

PENGARUH FLY ASH DARI LIMBAH PADAT PABRIK MINYAK NABATI DALAM PRODUKSI PAVING BLOCK

*Effect of Solid Waste Fly Ash from Vegetable Oil Company in
Production of Paving Block*

A.Luther Ola dan Doly Prima Silaban

Balai Riset dan Standardisasi Industri Manado

Jalan Diponegoro No. 21-23 Manado

Naskah masuk: 15 April 2019, Revisi: 5 November 2019, Diterima: 12 November 2019

ABSTRAK

Limbah padat *fly ash* dihasilkan dalam jumlah besar di pabrik minyak nabati. Limbah tersebut tidak dapat ditimbun sembarangan. Oleh sebab itu, ketidakterersediaan lokasi penimbunan di luar pabrik akan menimbulkan berbagai masalah bagi pabrik, seperti penurunan ruang terbuka dan nilai estetika, pencemaran debu, dan lain sebagainya. Penelitian pemanfaatan *fly ash* dari limbah padat industri minyak nabati telah dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas produk *paving block*. Perlakuan penelitian adalah variasi volume *fly ash*, pasir kasar, sedangkan agregat pasir halus dan semen Portland adalah konstan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *fly ash* dari limbah padat batubara pabrik minyak nabati dapat digunakan sebagai bahan pengisi *paving block*. Hasil uji fisik sampel penelitian dengan merujuk pada SNI. 03-0691-1996 menunjukkan bahwa perlakuan A1B2 menghasilkan produk dengan kuat tekan tertinggi (22,34 MPa) sedangkan perlakuan A3B3 menghasilkan produk dengan kuat tekan terendah (18,58 MPa). Hasil uji penyerapan air untuk semua perlakuan memberikan nilai dengan kisaran (2,41-4,48) %, dan dengan demikian memenuhi syarat standar yang ada. Berdasarkan pengamatan dan hasil uji fisik, produk *paving block* pada perlakuan-perlakuan A1B1, A1B2, A1B3, A2B1, A2B2 dan A2B3 memenuhi syarat mutu B (dapat digunakan untuk pelataran parkir), sedangkan perlakuan A3B2 dan A3B3 memenuhi syarat mutu C (digunakan untuk pejalan kaki). Komposisi terbaik untuk memproduksi *paving block* adalah perlakuan A1B2 yaitu 2 bagian *fly ash*, 8 bagian pasir, dan 2 bagian semen Portland, yang menghasilkan produk dengan kuat tekan 22,34 MPa dan penyerapan air 2,60 %.

Kata Kunci: *Fly ash*, komposit, paving block, industri minyak, bahan pengisi.

ABSTRACT



vegetable oil company produced large amount of fly ash as a solid waste. This waste has to be placed in a special space and this requirement causing problem for the vegetable oil company, such as decreasing of open space and aesthetics value of a place. This study has been aimed to know addition effect of fly ash on paving block quality. This research used variation of fly ash and coarse sand volume, while fine sand and Portland cement volume as a constant value. The result showed that fly ash can be used as filler material of paving block. Sample was analyzed using SNI 03-0691-1996 procedure and showed highest value of compressive strength on A1B2 treatment (22.34 Mpa), while the lowest was showed on A3B3 treatment (18.58 MPa). Water absorption values were ranged from 2.41% to 4.48%, and fulfill standart requirement. Based on test result paving block from A1B1, A1B2, A1B3, A2 B1, A2B2 and A2B3 treatment complied quality standart as B grade of paving block (used for parking yard), when A3B2 and A3B3 treatment complied quality standart as C grade of paving block (used for pedestrian base). The best treatment was A1B2 which consisted of (parts) 2 : 8 : 2 of fly ash, sand and Portland cement respectively, with compressive strength value 22.34 MPa and water absorption value 2.60%

Keywords: Fly ash, composite, paving block, vegetable oil company, filler

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki tambang batubara dengan cadangan yang cukup melimpah dan diperkirakan mencapai 38,9 miliar ton. Dari jumlah tersebut sekitar 67% tersebar di Pulau Sumatera, 32% di Pulau Kalimantan dan sisanya tersebar di Pulau Jawa, Sulawesi dan Irian Jaya. Dengan kualitas batu bara yang baik dan jumlah yang besar serta tingkat produksi saat ini, batu bara dapat menjadi sumber energi bagi Indonesia selama ratusan tahun. Bahan bakar

fosil (batu bara) tetap saja merupakan sumber pemasok energi utama, meskipun pilihan terhadap daya energi telah meluas kepada sumber-sumber yang bersih dan dapat diperbaharui, seperti tenaga surya, air, ombak dan panas bumi, begitupula dengan pertumbuhan pemakaian energi nuklir yang tidak dapat diharapkan karena tekanan masyarakat [1]. Proses terjadinya batu bara adalah sebagai akibat pembusukan suatu tumbuhan atau pohon yang mengalami perubahan

baik secara biokimia maupun secara kimia dan fisik. Pada kedalaman tertentu bakteri yang menguraikan sisa pohon tersebut tidak dapat bekerja lagi, sehingga perubahan yang terjadi selanjutnya hanya perubahan fisik dan kimia. Dalam hal ini, pohon tersebut tidak mengalami pembusukan secara sempurna, dan lama kelamaan sisa tumbuhan tersebut akan berubah menjadi suatu sedimen organik yang kemudian disebut sebagai batu bara.

Batu bara pada dasarnya merupakan batuan sedimen yang terutama terdiri dari karbon, meskipun beberapa elemen lainnya seperti oksigen, hidrogen dan sulfur juga terdapat dalam jumlah kecil [2]. Produksi batu bara pada tahun 2010 diperkirakan sekitar 153 juta ton, sedangkan pemakaian dalam negeri pada tahun tersebut adalah 108 juta ton, dan sisanya sebesar 45 juta ton merupakan jumlah yang dapat diekspor. Dari pembakaran batu bara dihasilkan sekitar 5% polutan padat yang berupa abu (*fly ash* dan *bottom ash*), dimana sekitar 10%-20% adalah *bottom ash* dan sekitar 80%-90% *fly ash* dari total abu yang dihasilkan [3]. Di Sulawesi Utara, pabrik minyak nabati dan pabrik lainnya pada

umumnya menggunakan batu bara sebagai bahan bakar dan menghasilkan limbah *fly ash* dan *bottom ash* dalam jumlah yang relatif besar. Penggunaan kembali *fly ash* sangat penting dalam industri konstruksi, namun beberapa sifat fisik (seperti, komposisi kimia, LOI, kadar air dan aktifitas pozzolanik) harus memenuhi standar [4].

Abu terbang batubara (*fly ash*) didefinisikan sebagai butiran halus residu pembakaran batubara atau bubuk batubara. Menurut ASTM C618 1995, *fly ash* dibagi menjadi dua kelas yaitu *fly ash* kelas F dan kelas C [5]. Perbedaan utama dari kedua abu tersebut adalah banyaknya kalsium, silika, aluminium dan kadar besi di abu tersebut. *Fly ash* secara kimia merupakan material oksida anorganik yang mengandung senyawa silika dan alumina aktif karena sudah melalui proses pembakaran pada suhu tinggi. Dengan sifat aktif tersebut, *fly ash* dapat bereaksi dengan komponen lain dalam komposisinya untuk membentuk material baru (*mullite*) yang tahan suhu tinggi [6]. *Fly ash* merupakan material yang memiliki ukuran butiran yang halus, berwarna keabu-abuan, mengandung 80 % silika dan alumina dengan sebagian silika berbentuk

amorf. Sifat-sifat fisik *fly ash* antara lain densitas $2,23 \text{ g/cm}^3$, kadar air sekitar 0,4 % dan komposisi mineral yang dominan adalah silikon dioksida, aluminium oksida, dan kalsium oksida. Selain itu, *fly ash* mengandung $\text{SiO}_2 = 58,75 \%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 25,82$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 5,30 \%$, $\text{CaO} = 4,66 \%$, alkali = 1,36 %, $\text{MgO} = 3,30 \%$ dan bahan lainnya = 0,81 % [7]. *Fly ash* tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen, tetapi dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh *fly ash* akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan menghasilkan zat dengan kemampuan mengikat [8].

Dengan mempertimbangkan karakteristik *fly ash* dari limbah batubara tersebut, maka dimungkinkan pembuatan *paving block* dengan menggunakan *fly ash* yang berfungsi sebagai agregat. Hal ini merupakan salah satu teknik penanganan lingkungan sekitar pabrik akibat timbunan limbah batubara tersebut. Dalam penelitian ini digunakan *fly ash* dari limbah batubara pabrik minyak nabati sebagai bahan pengisi yang selanjutnya

merupakan bahan komposit dalam pembuatan *paving block*.

Menurut SNI 03-0691-1996, bata beton (*paving block*) adalah suatu komponen bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu [9]. Unsur pembentuk *paving block* adalah pasir (agregat) sebagai bahan pengisi yang banyak kandungan silikatnya, semen sebagai perekat dan air untuk memudahkan bahan tercampur dan bereaksi dengan sempurna. Sifat tahan susut, tidak retak dan kekuatan *paving block* dipengaruhi oleh sifat agregat dan perbandingan jumlah semen dan air.

Paving block dapat dibuat secara manual dengan peralatan sederhana dan dengan perkembangan teknologi terkini. Usaha produksi *paving block* telah menggunakan peralatan semi mekanik. *Paving block* dapat berwarna sesuai aslinya atau diberi zat pewarna keramik pada kompositnya dan digunakan sesuai kekuatannya. Berdasarkan SNI 03-0691-1996, persyaratan kuat tekan minimum bata beton pejal sebagai

bahan bangunan lantai sebagai berikut (Tabel 1):

Tabel 1. Persyaratan kuat tekan minimal dan penyerapan air *paving block*.

Klasifikasi	Kuat Tekan (MPa)	Penyerapan Air (%)	Keterangan
Mutu A	40 min. 35	3	digunakan untuk jalan
Mutu B	20 min. 17,0	6	digunakan untuk pelataran parkir
Mutu C	15 min. 12,5	8	digunakan untuk pejalan kaki
Mutu D	10 min. 8,5	10	digunakan untuk taman

Syarat mutu lainnya adalah:

1. Sifat Tampak.

Bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan.

2. Ukuran.

Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi + 8 %.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *fly ash* dari limbah padat pabrik minyak nabati pada pembuatan *paving block* yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan untuk jalan, halaman rumah, perkantoran dan tempat parkir dengan bentuk pejal segi empat.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *fly ash* dari hasil pembakaran batu bara sebagai bahan bakar pada boiler pabrik minyak nabati, pasir, semen, air dan papan dari multiplex untuk penampakan hasil cetakan produk.

Peralatan yang digunakan antara lain alat cetak bata beton, molen, sekop, ember cat, pacul, ember, loyang besar, sendok semen, timbangan, takaran, gayung, karung nilon, rak pengering, ayakan dan, 1 unit alat cetak Multi Block dan peralatan laboratorium untuk uji mutu.

2.1. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan perlakuan variasi agregat (pasir dan *fly ash*), sedangkan penggunaan perekat (semen Portland/PC) dan pasir halus adalah konstan atau tetap. Komposisi bahan percobaan pembuatan *paving block* adalah ditunjukkan pada Tabel 1. Sebagai pembandingan (kontrol) dibuat produk *paving block* dari bahan agregat pasir (tanpa *fly ash*) dengan komposisi bahan A0 (8 bagian pasir dan 2 bagian semen), B0 (9 bagian pasir

dan 2 bagian semen), C0 (10 bagian pasir dan 2 bagian semen).

Tabel 2. Komposisi bahan percobaan

Kode	PC	Agregat			Jumlah sampel	Total produksi
		Pasir Halus	Pasir Kasar	Fly Ash		
A0	2	3	5	-	48	74
A1B1	2	3	5	1	48	84
A1B2	2	3	5	2	48	96
A1B3	2	3	5	3	48	107
B0	2	3	6	-	48	86
A2B1	2	3	6	1	48	96
A2B2	2	3	6	2	48	108
A2B3	2	3	6	3	48	120
C0	2	3	7	-	48	98
A3B1	2	3	7	1	48	106
A3B2	2	3	7	2	48	118
A3B3	2	3	7	3	48	128

Semua kombinasi perlakuan dalam perbandingan volum. Pasir kasar memiliki ukuran butiran lolos ayakan 5 mm (10 mesh), sedangkan pasir halus memiliki ukuran butiran lolos ayakan 2 mm (30 mesh).

Prototipe benda uji dibuat produk *paving block* dengan alat cetak Multi Block dengan ukuran produk (210x105x80) mm dan dari setiap perlakuan benda uji dibuat 24 buah *paving stone* dengan 2 (dua) kali ulangan.

Pengujian mutu dilaksanakan setelah produk *paving block* mengalami curing selama 28 hari pengamatan dan pengujian dilaksanakan terhadap terhadap sifat tampak, ukuran dan sifat fisik

khususnya kuat tekan dan penyerapan air sesuai SNI 03-0691-1996.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Di Industri Kecil dan Menengah (IKM), *paving block* umumnya dibuat dengan bahan baku utama pasir dan sedikit split dengan jumlah bahan baku utama disesuaikan dengan kekuatan dan fungsional produk *paving block* yang diinginkan konsumen. Untuk penggunaan *paving block* pada pelataran parkir, agregat atau bahan baku utama sebanyak 7-8 bagian ditambahkan semen Portland sebanyak 2 bagian (V/V) dan untuk penggunaan *paving block* pada kebutuhan taman dibuat dengan lebih banyak agregat pasir yaitu sekitar 10 bagian ditambahkan 2 bagian semen (v/v). Dalam penelitian ini ditambahkan *fly ash* dari limbah batu bara sejumlah 1-3 bagian dengan tidak merubah penggunaan agregat pasir seperti yang telah dilakukan oleh industri kecil dalam produksi *paving block*. Untuk mengetahui keadaan dan sifat mekanik dari produk *paving block* yang menggunakan *fly ash* sebagai bahan pengisi, maka dilakukan uji mutu sesuai SNI. 03-0691-1996 seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat Mekanik produk *paving block*

Kode Contoh	Kuat Tekan (MPa) Rata-rata	Penyerapan air Rata-rata	Sifat Tampak	Ukuran (mm)
A 0	18.93 <u>17.92</u> 18.82	4.54 <u>4.22</u> 4.38	Permukaan rata, tidak retak dan cacat, rusak tidak mudah dirapikan dengan tangan	210x105x80
A1B1	20.91 <u>19.16</u> 20.04	3.01 <u>2.70</u> 2.85	Permukaan rata, tidak retak dan cacat, rusak tidak mudah dirapikan dengan tangan	210x105x80
A1B2	22.42 <u>22.25</u> 22.34	3.05 <u>2.16</u> 2.60	S D A	210x105x80
A1B3	19.72 <u>20.20</u> 19.96	3,04 <u>2,92</u> 2,98	S D A	210x105x80
B 0	17.68 <u>18.02</u> 17.85	2.47 <u>2.92</u> 2.70	S D A	210x105x80
A2B1	19.20 <u>19.92</u> 19.56	2.42 <u>2.40</u> 2.41	Permukaan rata, tidak retak dan cacat, rusak tidak mudah dirapikan dengan tangan	210x105x80
A2B2	22.31 <u>21.60</u> 21.96	2.45 <u>2.88</u> 2.64	S D A	210x105x80
A2B3	20.23 <u>20.35</u> 20.29	3.97 <u>3.32</u> 3.65	S D A	210x105x80
C 0	13 <u>13.94</u> 13.70	4.41 <u>5.26</u> 4.84	S D A	210x105x80
A3B1	16.22 <u>17.20</u> 16.72	3.72 <u>3.23</u> 3.48	Permukaan rata, tidak retak dan cacat, rusak tidak mudah dirapikan dengan tangan	210x105x80
A3B2	18.90 <u>19.06</u> 18.98	4.58 <u>4.25</u> 4.42	S D A	210x105x80
A3B3	17.82 <u>19.34</u> 18.58	4.17 <u>5.22</u> 4.70	S D A	210x105x80

1. Sifat Tampak

Berdasarkan pengamatan terhadap contoh produk *paving block*, hasil penelitian menunjukkan bahwa semua

perlakuan maupun sampel kontrol menampilkan permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak

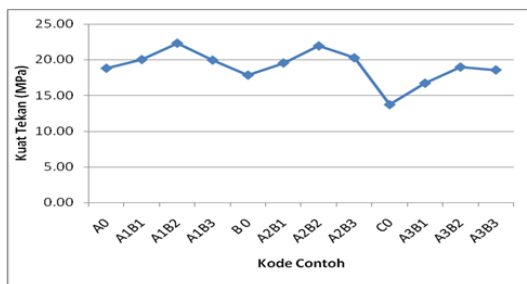
mudah dirapikan dengan kekuatan jari tangan.

2. Ukuran

Produk *paving block* hasil penelitian mempunyai ukuran (210x105x80) mm. SNI 03-0691-1996 mensyaratkan *paving stone* harus mempunyai ukuran tebal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$. *Paving block* hasil penelitian ini mempunyai ukuran tebal 80 mm, berat antara (3135 – 5562) gram dengan luas permukaan rata-rata 2205 mm².

3. Kuat Tekan Paving Stone *Fly ash*

Pengujian kuat tekan paving block dilakukan untuk melihat apakah bata beton *paving block* hasil penelitian memiliki kekuatan yang memenuhi persyaratan sesuai dengan fungsional penggunaannya. Hasil uji kuat tekan *paving block* setelah curing selama 28 hari dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kuat tekan paving blok dari berbagai perlakuan

Pada perlakuan dengan komposisi bahan 2 bagian semen, ditambahkan agregat pasir 8 bagian dan

menggunakan *fly ash* 1,2 dan 3 bagian, mengalami penambahan kuat tekan. Untuk kuat tekan tertinggi pada komposisi tersebut terdapat pada perlakuan A1B2 (22.34 MPa). Selanjutnya kuat tekan menurun pada perlakuan A1B3 (19,96 MPa) tetapi masih lebih tinggi dibandingkan A0 (18,82 MPa). Komposisi bahan pada perlakuan A1B2 dapat dikategorikan sebagai bata beton *paving block* mutu B sesuai SNI. 03-0691-1996 digunakan untuk pelataran parkir. Dibandingkan dengan kontrol A0, ternyata penambahan *fly ash* memberi pengaruh positif terhadap kekuatan kuat tekan dalam pembuatan *paving block*. Hal ini dapat disebabkan *fly ash* memiliki sifat pozzolonic yang dapat meningkatkan strength, durabilitas dari beton [9].

Untuk perlakuan dengan komposisi bahan menggunakan 2 bagian semen, agregat pasir 9 bagian dan penambahan *fly ash* 1, 2 dan 3 bagian juga memberi kuat tekan yang tertinggi pada A2B2 (21,96 MPa). Kemudian menurun pada A2B3 (20,29 MPa) tapi masih tinggi dibandingkan kontrol B0 (17,85 MPa). Komposisi bahan dengan perlakuan A2B2 dan A2B3 masuk dalam klasifikasi bata beton mutu B juga

dapat digunakan sebagai pelataran parkir.

Demikian halnya untuk perlakuan dengan komposisi bahan 2 bagian semen, agregat pasir 10 bagian dengan penambahan *fly ash* 1, 2 dan 3 bagian menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi terdapat pada perlakuan A3B2 (18,98 MPa) sedikit menurun pada perlakuan A3B3 (18,58 MPa), namun masih lebih tinggi dibandingkan kontrol C0 (13,70 MPa). Komposisi bahan pada perlakuan A3B2 dan A3B3 merupakan klasifikasi bata beton mutu C yang digunakan sebagai pejalan kaki.

Dari uraian diatas dapat dilihat bahwa penambahan *fly ash* dalam *paving block* memberi pengaruh positif dengan adanya kenaikan kuat tekan produk *paving block* dibandingkan dengan produk tanpa *fly ash*. Kuat tekan *paving block* bertambah ditinjau dari karakteristik bahan dapat disebabkan oleh kandungan silika abu terbang (*fly ash*) yang digunakan cukup tinggi yaitu 58,75% dan alumina oksida 25,82%. Menurut Ismeik, 2009; silika dalam bentuk dioksida yang cukup tinggi dan bahan yang memiliki partikel padatan ringan dapat meningkatkan sifat kekuatan agregat seperti kekuatan

mengikat, ketahanan umur serta kekerasan. Fungsi silika dalam *fly ash* dapat juga sebagai pengisi (*filler*) sehingga dapat meningkatkan kepadatan material yang akan berhubungan dengan kekuatan tekan. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Wiryasa (2009) bahwa fungsi silika dan alumina oksida selain sebagai penguat ikatan juga berfungsi sebagai bahan pengisi atau *filler* yang berperan dalam menentukan kekuatan ikatan semen terhadap bahan agregat lainnya [11].

Demikian halnya silika dalam bentuk partikel halus pada *fly ash* memiliki sifat pozzolonic aktif yang dapat digunakan untuk membuat bahan dengan kekuatan tinggi atau high strength concrete [12]. Dan menurut Hassan (2000), kandungan silika dalam *fly ash* limbah batubara yang cukup tinggi mampu membentuk ikatan antar muka antara agregat halus dan campuran mortar dapat meningkatkan struktur pori material [13].

Sebagai kontrol untuk *paving block* tanpa penggunaan *fly ash* dengan proses yang sama dalam penelitian ini dihasilkan kuat tekan yang semakin menurun dengan bertambahnya jumlah agregat pasir. Pada perlakuan

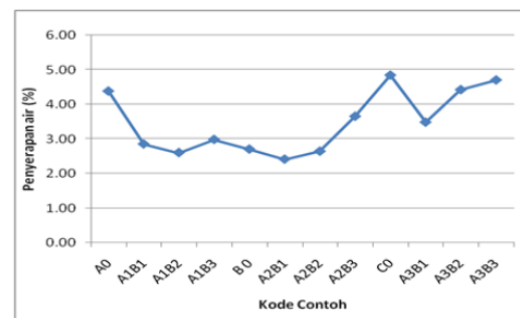
8 bagian pasir menggunakan 2 bagian semen Portland (v/v), kuat tekan 18,82 MPa (Ao) dan seterusnya menurun sampai perlakuan (Bo) dan (Co). Jika ditinjau dari *paving block* yang menggunakan bahan *fly ash* maka jelas terlihat bahwa penggunaan *fly ash* dalam komposisi bahan produksi *paving block* memberi pengaruh positif baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Pada perlakuan (Ao) memberi kuat tekan 18,82 MPa dan jumlah produksi 74 buah *paving block* yang lebih rendah dibandingkan pada perlakuan (A1) dari penambahan 1,2 dan 3 *fly ash* dengan jumlah produksi yang lebih banyak (Tabel 2). Hal ini jelas dapat dilihat pada perlakuan 10 bagian agregat pasir menggunakan 2 bagian semen (Co) memberi kuat tekan 13,70 MPa dengan jumlah produksi 98 buah produk *paving block* adalah sama dengan yang diproduksi IKM daerah setempat, sedangkan pada perlakuan 10 bagian pasir dan 3 bagian *fly ash* (13 bagian agregat) menggunakan 2 bagian semen Portland (A3B3) memberi kuat tekan 18,58 MPa dengan jumlah produksi 128 buah *paving block*. Namun demikian penggunaan *fly ash* dalam penyusunan komposisi adukan beton

tetap ada batasnya, karena penambahan jumlah *fly ash* yang semakin besar dengan berat jenis yang sangat kecil 2,35 g/cm³ menyebabkan semakin banyak rongga sehingga ikatan antara partikel dalam campuran bahan semakin lemah.

4. Penyerapan air *paving block*.

Daya serap air adalah kemampuan bata beton *paving block* untuk menyerap air yang dilakukan selama 24 jam perendaman.

Nilai persentase penyerapan air cenderung stabil dan rata-rata dibawah 5 %. Dari hasil uji penyerapan air pada gambar 2 diatas diketahui bahwa rata-rata daya serap air dari semua perlakuan yang terkecil adalah 2,41% dan nilai serapan air tertinggi rata-rata 4,84%.



Gambar 2. Peresapan air paving blok dari berbagai perlakuan

Daya serap air cenderung menurun seiring dengan penambahan *fly ash* dibandingkan sampel kontrol Ao, Bo

dan Co, meskipun penurunan daya serap air tersebut amat kecil. Hal ini diduga bahwa keadaan/ukuran butiran bahan *fly ash* cukup halus sehingga sangat baik untuk workabilitas, karena akan mengurangi permintaan air atau superplasticizer. Jika dibandingkan dengan SNI. 03-0691-1996., maka *paving block* hasil penelitian untuk semua perlakuan memenuhi syarat mutu B.

5. Perhitungan Kenaikan Pendapatan Produksi *Paving block*

Bata beton *paving block* sampai sekarang diproduksi dan relatif tersedia di pasaran lokal. Fungsinya tergantung konsumen baik sebagai kebutuhan perseorangan/pribadi, badan usaha maupun pemerintah sehingga *paving block* di pasaran lokal kota Manado dan sekitarnya tetap laris manis dengan harga Rp. 2.000/buah atau Rp. 85.000/meter persegi.

Paving block atau *paving stone* di produksi dengan skala IKM dengan peralatan semi mekanik menggunakan mesin cetak/produksi *Multi Block* (mal cetak 12 buah). Dalam 1 (satu) unit peralatan ini

dilayani cukup 4 orang tenaga kerja terampil dengan kapasitas produksi 2000-3500 buah per hari atau 20-30 sak semen per hari (7,5 jam kerja). Dalam Tabel 4 ini disajikan produksi (7,5 jam) kerja untuk kapasitas 25 sak semen Portland untuk perlakuan terbaik dari jumlah pemakaian agregat pasir (A1B2, A2B2, A3B2) dibandingkan dengan kontrol (tanpa *fly ash*).

Pemakaian *fly ash* (Tabel 4) sejumlah 50 bagian pada perlakuan A1B2, A2B2 dan A3B2 sama dengan pemakaian semen Portland 50 bagian (25 sak) menunjukkan bahwa terjadi penambahan produksi dibandingkan dengan kontrol (A0, B0, C0) masing-masing untuk perlakuan A1B2 sekitar 30%, perlakuan A2B2 sekitar 28% dan perlakuan A3B2 sebesar 20%. Dengan demikian, hasil penjualan mengalami peningkatan dengan menggunakan *fly ash* dalam *paving block* dibandingkan dengan *paving block* tanpa *fly ash*. Hal ini berarti penambahan *fly ash* dalam pembuatan bata beton *paving block* juga berfungsi sebagai agregat dalam adukan beton.

Tabel. 4 Produksi *paving block* dengan kapasitas 25 sak semen per hari.

Kode	Komposisi Bahan			Jumlah Produksi	Penjualan hasil (Rp)	Ket
	Pasir	PC	<i>Fly ash</i>			
A0	200	50	-	1.850	3.700.000	
A1B2	200	50	50	2.400	4.800.000	30%
B0	225	50	-	2.150	4.300.000	
A2B2	225	50	50	2.700	5.400.000	28%
C0	250	50	-	2.450	4.900.000	
A3B2	250	50	50	2.950	5.900.000	20%

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa perlakuan A3C2 memberi kapasitas produksi tertinggi yakni 2.950 buah dengan hasil penjualan sebesar Rp. 5.900.000,- dalam sehari dengan kualitas produk mutu C dapat digunakan untuk pejalan kaki. Sedangkan pada perlakuan A2B2 jumlah produksi sekitar 2.700 buah dan hasil penjualan Rp. 5.400.000,- dengan kualitas/kekuatan termasuk dalam mutu B, digunakan untuk pelataran parkir .

IV. KESIMPULAN

Fly ash dari limbah batu bara pabrik minyak kelapa dapat dimanfaatkan dalam produksi bata beton *paving block* sebagai bahan pengisi maupun sebagai agregat halus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *fly ash* untuk produksi *paving block* memberi pengaruh positif terhadap kualitas dan pertambahan jumlah atau kapasitas produksi. Hasil uji fisik sampel

penelitian *paving block* untuk kuat tekan tertinggi pada perlakuan A1B2 (22,34 MPa) dan terendah A3B3 (18,58 MPa), sedangkan uji penyerapan air untuk semua perlakuan nilai rata-rata terendah 2,41 % dan tertinggi 4,84% memenuhi syarat sesuai standar yang ada. Berdasarkan pengamatan dan hasil uji fisik *paving block* dari *fly ash* memenuhi syarat mutu B sesuai SNI 03-069-1996 untuk perlakuan (A1B1, A1B2, A1B3, A2B1, A2B2 dan A2B3) dapat digunakan untuk pelataran parkir dan perlakuan (A3B2 dan A3B3) memenuhi syarat mutu C digunakan untuk pejalan kaki. Komposisi terbaik untuk pemanfaatan *fly ash* dalam pembuatan/produksi *paving block* adalah pada penambahan 2 bagian atau sama dengan jumlah pemakaian semen pada adukan beton, untuk campuran *paving block*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suryatono, Hidup dengan Batu bara (dari kebijakan hingga pemanfaatan), No: 001/IX/2001, ISBN : 1979-96649-0-X. 2004
- [2] Henry Liu, Hilliams Birkett and Kirk Haynes, Improving Freezing and Training Properties of Fly Ash Bricks, 2007
- [3] Herni Khaerunisa, Toksisitas Abu Terbang dan abu dasar limbah PLTU Batu bara yang berada di Sumatera dan Kalimantan secara Biologi, Puslitbang Teknologi Mineral dan Batu bara, 2007
- [4] Yao ZT, Ji XS, Sarker PK, Tang JH, Ge LQ, Xia MS, et al. A comprehensive review on the applications of coal fly ash. Earth-Science Reviews. 2015.
- [5] Annual Book of ASTM Standard American Sociaty for Testing and Material, Revision Issued Annually, 618-77, 1977
- [6] Ngurah A. Dkk, Pemanfaatan Abu Terbang PLTU Suralaya Untuk Casable Refractory, Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, Badan Litbang ESDM, Bandung, 2003
- [7] Naniek S. Dkk, Fly ash dan Bottom ash, <http://b3.menlh.go.id>, 2005
- [8] Ronny A, Fly ash Pemanfaatan dan Kegunaan, Riau Pos Online, PT. Riau Pos Intermedia 2007
- [9] SNI 03-0691-1996 Mutu dan Cara Uji Bata Beton Paving Block. Dewan Standard Nasional Indonesia
- [10] Sri P, Retno W, Pemanfaatan limbah Batu bara (fly ash) untuk stabilitas tanah maupun keperluan teknis sipil lainnya dalam mengurangi pencemaran lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, 2008
- [11] Wiryasa N.M.A., dan Sudarsana. I.W., Pemanfaatan Lumpur Lapindo sebagai Bahan Substitusi Semen dalam Pembuatan Bata Beton Pejal, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 13, No. 1. Hal. 39, 2009
- [12] Tannayopas D., Nilrat F., Putto K., and Tantiwitayawanich J., Effeect of Oil Palm Fiber Fuel Ash on Compressive Strength of Hardening Concrete, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai Songkla 90112, 2013
- [13] Hassan, K.E., Cabrera, J.G., and Maliehe, R.S, The Effect of Mineral Admixture on the Properties of High performance Concrete. Cement and Concrete Reserach, vol. 22, No. : 4; Pp. 267-271, 2000